ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 FÉVRIER 1918.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON GUIGNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Edmond Perrier** donne lecture de la Notice suivante :

L'Académie vient de perdre de la façon la plus inopinée l'un de ses plus distingués Correspondants dans la Section d'Anatomie et Zoologie, M. **Émile Yung**, professeur à l'Université de Genève où il avait succédé à Carl Vogt, dont il avait été pendant plus de 20 ans le collaborateur et l'ami.

L'œuvre d'Émile Yung est considérable et variée. Travailleur infatigable, physiologiste autant qu'anatomiste, excellent écrivain, conférencier écouté, il avait une érudition scientifique qui lui assurait, à Genève, une place éminente parmi les professeurs de la grande Université suisse, et lui a permis de jouer un rôle considérable dans le progrès des Sciences naturelles.

Ses principaux travaux scientifiques ont été résumés dans la belle Notice que notre confrère M. Marchal a lue devant l'Académie lors de sa nomination en mars 1914 au titre de Correspondant. Ils ont porté à la fois sur la Physiologie et l'Anatomie comparée, sur l'Embryogénie et sur les variations de composition que présente suivant les saisons cette minuscule population flottante, premier aliment de tout ce qui vit dans les eaux, et qu'on appelle le *plancton*. Un des premiers résultats qu'il ait obtenus est la démonstration expérimentale de l'identité du mode d'action des poisons à tous les degrés de la série animale, et sur tous les tissus organiques de même nature. Presque en même temps, il étudiait l'action des rayons lumineux des diverses longueurs d'onde sur le développement embryogénique des animaux les plus variés : Mollusques, Poissons, Batra-

ciens, etc., et constatait que, dans tous les cas, les rayons violets, c'est-à-dire les rayons chimiques à vibrations rapides accélèrent le développement, tandis que les rayons à vibrations plus lentes, du vert au rouge, tendent à le retarder. On peut rapprocher ces résultats de ceux qui ont été obtenus par MM. Daniel Berthelot et Gaudechon montrant que les rayons de la lumière de la lampe à mercure sont capables de fabriquer directement les hydrates de carbone et le premier terme des substances albuminoïdes, résultats qui établissent le rôle actif de la lumière dans la formation des composés organiques et conduiront peut-être à expliquer comment la vie a pris naissance sur le globe sous l'influence d'un soleil plus riche en rayons à vibrations rapides.

Les recherches de M. Émile Yung relatives à l'influence qu'exerce le régime alimentaire sur la durée du développement des animaux, leur taille et leur sexe, ont ouvert d'autres horizons nouveanx. Par une alimentation carnée des têtards de Grenouille, non seulement ces animaux ont atteint une taille plus considérable, mais la proportion ordinaire des femelles dans la répartition des sexes a été augmentée, et il semble bien que parmi les conditions encore à l'étude, mais certainement déterminables par nos moyens d'investigation d'où résultent les sexes, la nature et l'abondance de l'alimentation jouent un rôle considérable.

Les animaux inférieurs ont été généralement peu étudiés par les physiologistes qui s'arrêtent le plus souvent à la Grenouille; encore son histoire complète serait-elle à faire. M. Yung a consacré près de quatre années à l'étude physiologique de l'Escargot, de ses fonctions digestives ou sensorielles, de son sommeil hivernal; c'est, disait justement M. Marchal dans son rapport de 1914, l'une des monographies les plus complètes et les plus originales que nous possédions sur un animal invertébré.

Cette méthode des monographies, qui permet de coordonner tout ce que l'on sait d'un animal et de déterminer exactement comment ses organes réagissent les uns sur les autres, a été appliquée par Carl Vogt et par Émile Yung au règne animal tout entier dans leur grand Traité d'Anatomie comparée pratique; sur 41 monographies que contient ce Traité qu'on trouve sur les tables de tous les laboratoires, 19 sont dues à M. Émile Yung.

L'étude du plancton du lac de Genève constitue une autre branche de recherches qui a occupé notre confrère depuis 1898 jusqu'à sa mort. Il avait créé tout un service d'étude de ce grand lac; un yacht automobile dont le nom rappelle celui d'un autre illustre savant génevois, Édouard Claparède, avait été mis pour cela à sa disposition et rattaché à une *Station de Zoologie*

lacustre située au port de Lutry. Ces moyens importants lui permirent d'établir la liste des espèces qui constituent le plancton du lac de Genève et la périodicité de l'apparition de chacune d'elles. On sait quelle importance s'attache à la connaissance exacte de ce plancton dont les variations règlent tous les mouvements de la faune ichtyologique des eaux et a, par conséquent, pour les populations côtières, les plus importantes répercussions économiques, voire même politiques.

Émile Yung n'était pas seulement un chercheur, c'était un apôtre. Il a publié une infinité d'articles originaux ou d'analyses dans le *Journal de Genève* et dans la *Semaine littéraire ;* de biographies de savants suisses ou étrangers, d'impressions de voyages en Bretagne, à Bergen, à Naples, et deux remarquables Volumes sur Montreux et sur Zermatt.

C'était un habitué de nos stations maritimes; il a séjourné fréquemment à Roscoff, à Banyuls, à Cette, à Endoume, à Villefranche, et il faisait partie de la Commission fédérale pour le Laboratoire de Roscoff et pour celui de Naples fondé par Dohrn, mais aujourd'hui soustrait à l'influence allemande. Lorsque la guerre éclata, il prit ardemment parti pour nous. « Je tiens, m'écrivait-il à ce moment, à ce que vous soyez certain que nous restons inébranlablement attachés à la grande cause que défendent avec tant de vaillance vos admirables armées. Nous avons beau être des neutres, cela ne nous empêche pas de penser et d'aimer, de discerner où est la justice et où est le crime, et de proclamer nos sympathies profondes pour la noble nation qui tient en ce moment l'épée pour défendre tout pour quoi seulement il vaut la peine de vivre. »

Dans une autre lettre, il me disait plus tard :

« Non seulement les universitaires, mais la population tout entière de Genève fraternise entièrement d'idées avec vous; vos vœux sont les nôtres, et votre admiration pour vos armées n'est vraiment pas plus grande que celle que nous éprouvons pour elles. Nous cherchons d'ailleurs à rendre un témoignage de ce sentiment dans la plus grande mesure possible. Dans l'état actuel des choses, il n'y a qu'un moyen de persuader les Allemands qu'ils ne sont pas les missionnaires de la Providence, et les élus du Dieu vengeur : c'est de leur infliger une écrasante défaite. Vos braves soldats s'y emploient avec habileté et vaillance. Ils nous préparent la réalisation de nos plus chères espérances. Aussi sommes-nous ardemment avec vous. »

Et mettant en pratique ces principes, personne plus qu'Émile Yung n'a

été secourable à nos prisonniers encore détenus en Allemagne ou internés en Suisse.

« Samedi dernier, le 2 février, m'écrit un de ses collègues, M. le professeur Ladame, je passais au laboratoire du professeur Yung pour lui demander où je pourrais trouver un travail de deux savants français... Quelques heures après mon ami tombait foudroyé par une crise cardiaque sur le quai de la gare de Cornavin. »

Ainsi a été brusquement enlevé, sans que rien pût le faire prévoir, un ami de notre pays, hautement estimé de tous ceux qui ont connu ses œuvres et son cœur, et auquel il était juste, dans les circonstances que nous traversons, de rendre hommage devant l'Académie qui se l'était associé.

Observations sur le langage scientifique moderne. Note de MM. **Bigourdan, Blondel, Bouvier, Branly, Douvillé, Guignard, Haller, Haug, Henneguy, A. Lacroix, Lallemand, Laveran, Lecomte, Lecornu, Lemoine, Maquenne, Émile Picard, Roux, Schlœsing** fils et **Tisserand.**

Depuis plusieurs années, les jeunes savants manifestent une tendance fâcheuse à introduire dans leurs Mémoires des néologismes qui sont trop souvent inutiles ou mal construits, ainsi qu'à négliger la forme de leurs rédactions. Ils pensent évidemment faire ainsi œuvre scientifique et en accroître d'autant la valeur de leurs travaux; en réalité le premier sentiment que l'on éprouve en lisant certains de ces Mémoires est qu'ils ont été écrits par un étranger, ou traduits d'une langue étrangère par un Français dédaigneux des principes les plus élémentaires de la linguistique, de la grammaire et du style.

Dans les sciences mathématiques les expressions nouvelles sont rares et, en général, de construction correcte; mais en électricité beaucoup d'auteurs ont la mauvaise coutume d'employer des abréviations incompréhensibles pour le public : tel est, par exemple, l'usage des mots *self* et *mutuelle* pour désigner l'auto-induction (en anglais *self-induction*) et l'induction mutuelle. Il est d'autant plus nécessaire d'exclure le mot *self* qu'en anglais c'est un préfixe.

A ce propos il paraît utile d'appeler l'attention sur le grand danger que fait courir actuellement l'habitude que prennent certains auteurs de tra-

duire, littéralement et sans tenir compte des nuances différentes des deux langues, un radical anglais par le même radical français : c'est ainsi qu'on emploie depuis quelque temps à tort les mots *contrôle* et *contrôler* dans le sens de *commande*, *direction*, *commander*, *diriger*. Plus les liens entre les deux nations voisines se resserreront, plus il faudra apporter de discernement dans les traductions de ce genre.

Fort heureusement, les Congrès offrent l'occasion d'unifier le langage international et de le contrôler.

Dans le langage chimique on rencontre aussi des expressions irrégulières qu'il est bon de signaler. C'est ainsi, par exemple, qu'on y voit à chaque instant figurer le mot *adsorption*, qui ne semble pas avoir de signification assez précise pour justifier sa substitution aux anciens substantifs français *absorption* ou *condensation*. Il en est de même pour les adjectifs *thermostable* (on va jusqu'à écrire *thermostabile!*) et *thermolabile*, véritables barbarismes résultant de l'association d'une racine grecque avec une racine latine, qui n'ont pas même l'excuse de constituer des abréviations et, qui plus est, sont pris dans un tout autre sens que celui qu'ils devraient avoir. Le mot *thermostable*, en effet, pour ceux qui l'emploient et l'interprètent comme on le ferait d'un mot composé allemand, est l'équivalent de *stable à chaud*, alors que, traduit en bon français, il devrait signifier l'état d'un milieu dont la température reste constante, comme une masse de glace qui fond, le corps d'un animal ou une étuve à fermentation. Il y a ainsi contradiction flagrante entre la signification de l'adjectif *thermostable* et celle du substantif *thermostat*, par lequel on désigne un régulateur de température. Ce dernier mot, incorrect pour les mêmes raisons, est si usité aujourd'hui qu'on ne saurait songer à en proscrire l'emploi; mais celui de *thermolabile*, qui n'a rien de français et est aussi mal construit que les précédents, doit disparaître en même temps que son inverse *thermostable* : on trouvera toujours dans notre vocabulaire assez de qualificatifs pour le remplacer avec avantage.

A côté de ces innovations, inconciliables avec l'esprit de notre langue, il faut signaler l'abus d'expressions qui, bien que représentant des entités scientifiques importantes, n'ont quelquefois que des rapports lointains avec le sujet dont s'occupe l'auteur : citons, entre autres, celui des mots *ion*, *catalyse* et *catalytique*, si excellents quand ils sont bien à leur place, mais que certains emploient inconsidérément, dans le seul but d'illustrer leur langage ou de donner un semblant d'explication à des phénomènes dont ils ignorent la cause.

Quelques-uns tendent à perdre leur précision primitive, comme le mot *hystérésis* qui, relatif d'abord au magnétisme, a fini par être appliqué dans les conditions les plus diverses à tout système affecté de modifications permanentes. D'autres sont superflus, comme par exemple *aliphatique,* qui a déjà son synonyme *acyclique* en Chimie.

Ce ne sont là, sans doute, que des détails, mais des détails qui frappent et peuvent influencer, parfois même égarer le jugement du lecteur.

En Biologie les incorrections de langage sont également nombreuses et peut-être d'une forme plus grave encore. Oubliant, par exemple, qu'un verbe actif doit avoir un sujet et un complément, on écrit qu'un microbe *cultive* sur pommes de terre, qu'un animal *reproduit* en captivité.

Faisant d'un génitif latin le complément d'un verbe français, on nous annonce qu'une culture renferme du *coli;* il ne serait pas beaucoup plus long d'écrire *B. coli* et ce serait plus correct.

Sans souci du rôle distinct que doivent jouer dans la phrase le substantif et l'adjectif, un microbiologiste nous dit qu'il a fait des ensemencements sur *gélose glucose rouge neutre;* c'est une abréviation qui rappelle vraiment trop les mots composés d'origine étrangère, et qui d'ailleurs est imprécise.

Tel microbe *prend le Gram*, tels tissus se *fixent au Flemming*, telle extraction se *fait au Kumagawa*, sont autant de locutions vicieuses qu'il est fâcheux de voir s'introduire dans l'écriture scientifique. Le lecteur initié comprendra sans peine que le microbe se colore par la méthode de Gram, que les tissus se fixent avec le liquide de Flemming et que l'extraction se fait dans un appareil de Kumagawa; mais que pourra bien en penser un non-spécialiste désireux de comprendre la pensée de l'auteur? Il est probable qu'il se demandera si Gram, Flemming et Kumagawa sont des noms propres ou des noms communs, désignant des produits, des instruments, des méthodes ou autre chose encore.

L'expression *examen cytologique* n'est pas prise dans le même sens en Histologie et en Pathologie, ce qui témoigne d'un défaut d'entente regrettable entre les représentants de ces deux sciences; dans le même Mémoire, à quelques lignes d'intervalle, on lit *protoplasme* et *protoplasma*, *cytoplasme* et *cytoplasma*.

Presque tous les botanistes continuent, avec raison, à employer l'article masculin devant le nom latin des plantes, quel que soit le genre de ce nom, en écrivant, par exemple, *le Fuschia*, *le Rosa*, et non *la Fuchsia*, *la Rosa;* mais parmi les zoologistes, les uns suppriment l'article en disant : *dans Salamandra*, *dans Vipera*, etc., tandis que les autres s'en servent en le

faisant accorder avec le genre du mot latin et par conséquent écrivent *la Salamandra*, *la Vipera*. En Bactériologie surtout, nombre d'auteurs en prennent véritablement trop à leur aise, car, non contents de mettre au pluriel des noms latins qui devraient rester invariables dans le texte français et de changer ainsi *micrococcus* en *micrococci*, *bacterium* en *bacteria* et *bacillus* en *bacilli*, il en est qui vont jusqu'à écrire des *bacillis*. Il est vrai qu'on nous parle aussi quelquefois de *maximas*.

Certains mots sont trop peu connus encore pour se passer de définition : ainsi qu'est-ce qu'un *accepteur* d'hydrogène ou d'oxygène? un seul mot de ce genre suffit à faire interrompre la lecture du Mémoire qui le renferme.

Pourquoi dire, lorsqu'on expose l'historique d'une question dans une branche quelconque de la Science, qu'on fait de la *littérature?*

Que dire enfin de la ponctuation, presque toujours mal placée dans ces rédactions hâtives, quand elle n'en est pas totalement absente?

De pareilles négligences sont profondément regrettables, d'abord parce qu'elles suggèrent la crainte que l'auteur n'ait pas mis plus de soin à exécuter son travail qu'à en exposer les résultats; ensuite parce qu'elles portent une sérieuse atteinte aux deux qualités essentielles de la langue française, qui sont la clarté et la précision. Nos anciens maîtres, les J.-B. Dumas, les Claude Bernard et autres, qu'on se plaît à lire encore aujourd'hui, nous ont pourtant montré que la pureté du langage n'est pas incompatible avec l'aridité des discussions scientifiques. C'est là pour nous un exemple à suivre, une tradition qu'il est de notre devoir de maintenir et de conserver pieusement, comme tout ce qui fait partie de notre patrimoine national.

Savoir, comme noblesse, oblige. Rappelons-nous donc que la Science française doit, comme la littérature, être écrite en français, qu'une rédaction, même des plus techniques, peut être claire et correcte tout en restant concise, et qu'il est toujours fâcheux de la déparer par des abréviations ou des mots de sens plus ou moins équivoque.

Il ne saurait être question, bien entendu, d'opposer par ces critiques le moindre obstacle au libre développement du langage scientifique, en l'astreignant à se mouvoir dans le cercle trop étroit d'un vocabulaire qui n'a pas été fait pour lui. Une langue est un organisme vivant qui croît et se développe sans cesse. La découverte de phénomènes nouveaux entraîne nécessairement la création de mots nouveaux. Des néologismes sont aussi parfois nécessaires pour éviter l'emploi de longues périphrases : c'est ainsi qu'ont été introduits les mots *isobare*, *adiabatique*, etc. Mais ces néologismes doivent être réduits au strict minimum, correctement construits,

bien assemblés dans la phrase et employés toujours dans un même sens bien déterminé.

A cet égard, il est juste de reconnaître que les locutions introduites anciennement en Physique et en Mécanique sont, en général, mieux formées que celles qui figurent dans les travaux modernes de Physico-Chimie et de Biologie. Évitons ces incorrections en imitant la prudence de nos devanciers et, surtout, efforçons-nous de défendre notre langue contre toute infraction aux règles qui, de tous temps, ont présidé à la formation de son répertoire et de sa syntaxe. Entre autres avantages, ce sera pour les jeunes savants le meilleur moyen d'être compris et appréciés par un plus grand nombre de lecteurs.

ASTRONOMIE. — *Sur un cas particulier de diffraction des astres circulaires et son application au Soleil.* Note de M. **Maurice Hamy**.

Dans une précédente Communication ([1]), j'ai fait connaître la valeur de l'intensité lumineuse, aux divers points de l'image d'un astre circulaire de diamètre 2ε, visible au foyer d'une lunette dont l'objectif est diaphragmé par une fente étroite de longueur l. Les formules établies fournissent l'intensité, dans une direction faisant l'angle φ avec la droite allant de l'observateur au centre de l'astre, parallèlement à un plan défini par ce centre et les lèvres de la fente. Elles supposent essentiellement que le rapport $m = \pi \frac{l\varepsilon}{\lambda}$ est un nombre élevé, λ désignant la longueur d'onde des radiations monochromatiques qui pénètrent dans l'œil de l'observateur. La présente Note a pour objet d'appliquer les résultats obtenus au Soleil.

Si la diffraction n'existait pas, l'image de l'astre serait un cercle limité par une circonférence résultant des lois de l'optique géométrique. Nous donnerons à cette courbe le nom de *bord géométrique*.

D'autre part, il est nécessaire d'affaiblir suffisamment la lumière, dans les observations solaires, pour que l'œil puisse supporter l'éclat des images. On peut supposer, en conséquence, pour comparer diverses méthodes d'observations les unes aux autres, que l'intensité au bord géométrique a été réduite, dans chaque cas particulier, à une valeur commune prise comme unité.

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 1082.

Appelons S_i l'expression de l'intensité, à l'intérieur du bord géométrique, supposée réduite à l'unité sur le bord lui-même. On déduit des formules (3) et (5), données antérieurement (*loc. cit.*), en posant $\alpha = \frac{\varphi}{\varepsilon}$,

$$S_i = \frac{\pi}{2} \frac{\sqrt{2(1+\alpha)}\sqrt{\frac{l}{\lambda}(\varepsilon - \varphi) - \frac{1}{\sqrt{2\pi m}}}}{1 - \frac{\pi}{2\sqrt{2\pi m}} + \frac{1}{16 m}} \qquad \left(0 < \alpha = \frac{\varphi}{\varepsilon} < 1\right),$$

avec une erreur relative de l'ordre de grandeur de

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi(1+\alpha)}\left[2\pi\frac{l}{\lambda}(\varepsilon - \varphi)\right]^{\frac{5}{2}}}.$$

Cette expression de S_i n'a aucune signification pour $\alpha = 1$; mais elle est valable, même pour α très voisin de 1 ou φ très rapproché de ε, tant que le produit $\pi\frac{l}{\lambda}(\varepsilon - \varphi)$ est un nombre suffisamment élevé, c'est-à-dire tant que l'erreur relative est suffisamment faible.

L'expression S_e de l'intensité, à l'extérieur du bord géométrique, supposée réduite à l'unité sur le bord lui-même, s'obtient de même en partant des formules (4) et (5) (*loc. cit.*). On obtient

$$S_e = \frac{1}{2\sqrt{2(\alpha+1)}\left[\sqrt{\alpha^2 - 1} + \alpha\right]\left[1 - \frac{\pi}{2\sqrt{2\pi m}} + \frac{1}{16 m}\right]\sqrt{\frac{l}{\lambda}(\varphi - \varepsilon)}} \qquad \left(\alpha = \frac{\varphi}{\varepsilon} > 1\right),$$

avec une erreur relative de l'ordre de

$$\frac{\sqrt{\alpha+1}\left[\sqrt{\alpha^2 - 1} + \alpha\right]}{\sqrt{2\pi}\left[2\pi\frac{l}{\lambda}(\varphi - \varepsilon)\right]^{\frac{3}{2}}}.$$

Comme précédemment, cette valeur de S_e n'a pas de sens pour $\alpha = 1$ ou $\varphi = \varepsilon$. Elle est applicable, quand α est voisin de 1, lorsque le produit $\pi\frac{l}{\lambda}(\varphi - \varepsilon)$ est assez élevé, c'est-à-dire lorsque l'erreur relative est suffisamment faible.

Une première conséquence de ces formules est que le rapport des intensités, en deux points intérieurs à l'image géométrique, est fini, sans être

élevé ni petit, si ces points sont à des distances angulaires du bord géométrique du même ordre de grandeur. Il en est de même dans le cas de deux points extérieurs à l'image géométrique. Les choses se passent, au contraire, d'une façon différente, si l'on considère deux points à une même distance angulaire ψ du bord géométrique, l'un intérieur, l'autre extérieur, du moment où le produit $\pi \frac{l}{\lambda} \psi$ est élevé. Il y a alors une diminution très importante d'intensité en passant du premier point au second. C'est cette chute d'intensité qui donne à l'observateur l'impression de l'existence d'un bord à l'image fournie par la lunette, bien que, mathématiquement parlant, il n'existe pas de discontinuité entre l'intérieur et l'extérieur du bord géométrique. Prenons comme exemple le cas relatif à l'emploi d'une fente de 1^{m} de longueur et supposons la longueur d'onde des radiations, admises dans l'œil, égale à $0^{\mu},5$. A l'intérieur du bord géométrique, l'intensité en un point, à $3''$ de ce bord, est égale au produit par $\sqrt{3}$ de l'intensité en un point, à $1''$ du même bord. A l'extérieur du bord géométrique, l'intensité en un point, à $3''$ du bord, est égale à celle qui caractérise un point, à $1''$ du bord, divisée par $\sqrt{3}$. Par contre, l'intensité en un point intérieur au bord géométrique, à $1''$ de ce bord, vaut 125 fois celle qui se manifeste en un point extérieur, également à $1''$ du bord.

Jusqu'ici ces résultats, au point de vue qualitatif tout au moins, ne diffèrent guère de ceux qui se rapportent à une ouverture circulaire; mais l'analogie disparaît dès que l'on examine les choses de plus près. Ainsi, pour une ouverture circulaire, la variation d'intensité à l'intérieur du bord géométrique est égale et de signe contraire à la variation à l'extérieur, quand on s'éloigne de part et d'autre de ce bord de la même quantité. Il en est tout autrement, lorsque l'objectif est diaphragmé par une fente. L'intensité croît alors beaucoup plus vite, à l'intérieur du bord géométrique, qu'elle ne décroît à l'extérieur. Tandis qu'elle passe de 1 à zéro, à l'extérieur, elle augmente au contraire de 1 à $\sqrt{2\pi m}$, c'est-à-dire jusqu'à une valeur élevée, quand on passe du bord géométrique au centre de l'image.

L'étude de l'intensité, en un point immédiatement voisin du bord géométrique, ne peut être abordée qu'en partant d'un développement procédant suivant les puissances de la distance angulaire du point considéré à ce bord. On le forme en partant des formules (5) et (6), données antérieurement (*loc. cit.*). Ce développement permet de calculer des valeurs numériques de l'intensité, ramenée à l'unité au bord géométrique, dans des conditions expérimentales données, et de construire la courbe de ses variations, en

prenant la distance angulaire au bord géométrique comme abscisse. La courbe ainsi obtenue diffère complètement de forme de celle qui correspond à la diffraction par une ouverture circulaire, de diamètre égal à la longueur de la fente. De la considération des deux courbes, il résulte que le bord optique de l'image est plus tranché, à égalité de grossissement, en diaphragmant une lunette par une fente de longueur égale au diamètre de l'objectif, qu'en l'utilisant à pleine ouverture. Enfin, pour un même grossissement, ce bord est aussi d'autant mieux terminé que la longueur de la fente est plus élevée.

Les pointés qu'on peut exécuter sur le bord optique se rapportent à un détail, difficile à définir exactement, coïncidant probablement avec le point de l'image de part et d'autre duquel l'opposition de lumière paraît maximum à l'observateur. Plus ce détail est net, à égalité de grossissement, plus les mesures sont concordantes; mais il existe nécessairement une différence entre elles et celles qu'on ferait sur le bord géométrique lui-même, si l'on pouvait le rendre visible.

Imaginons maintenant qu'un procédé physique permette de déterminer la différence en question. L'avantage de l'interposition d'une fente devant l'objectif d'une grande lunette, pour mesurer le diamètre vrai du Soleil, apparaît alors avec évidence, vu ce qui précède. Mais cet avantage devient encore plus manifeste si l'on a égard à la circonstance que l'instrument doit rester absolument identique à lui-même pendant la durée des opérations. Or on ne peut y parvenir qu'en réduisant au minimum la quantité de chaleur admise dans la lunette, obligation qui conduit à rejeter l'emploi d'un grand objectif à pleine ouverture. En fait, dans les observations méridiennes relatives au Soleil, on diaphragme l'objectif de l'instrument à $0^{m},10$ environ. La difficulté signalée, pour un objectif entier, n'existe pas en armant la lunette d'observation d'une fente de longueur égale à son ouverture. La quantité de chaleur pénétrant à l'intérieur est alors négligeable, du moment où les lèvres sont assez rapprochées, pour permettre d'observer le bord optique directement à l'œil, sans interposition de verre noir devant l'oculaire. L'emploi d'un grand télescope, tel que celui du mont Wilson, pour une pareille observation, pourrait même être envisagé, sans avoir à redouter les effets de la température, tandis qu'il ne saurait en être question à pleine ouverture.

Cependant la difficulté disparaîtrait, en déposant sur l'objectif d'une lunette, une couche d'argenture affaiblissant assez la lumière incidente, pour permettre l'observation du Soleil, directement à travers l'ocu-

laire. Mais on y regardera toujours, dans un observatoire, avant d'immobiliser, pour longtemps, un instrument de grande ouverture, d'autant plus que les journées, au cours desquelles les images solaires sont calmes, se comptent dans l'espace d'une année. La présence de l'argenture, sur l'objectif, aurait d'ailleurs comme conséquence probable de rendre impossible la détermination de l'équation personnelle de l'observation du bord optique par rapport au bord géométrique. Une pareille recherche nécessite, en effet, l'emploi d'un astre artificiel, d'éclat inférieur à celui du Soleil, et le bord optique de son image doit être une copie exacte, conforme aux indications de la théorie, de la répartition de lumière qui caractérise la structure du bord optique de l'image solaire. A cette condition seulement, la distance angulaire du bord géométrique de l'image de l'astre artificiel, au détail de son bord optique sur lequel portent les mesures, a même valeur que l'équation personnelle qui se rapporte à l'image solaire. Je me bornerai à dire ici que ces conditions sont parfaitement réalisables, en diaphragmant la lunette par une fente étroite, grâce à la faculté qu'on a de laisser pénétrer plus ou moins de lumière, dans l'instrument, en faisant varier un peu la largeur de l'espace compris entre les lèvres.

La discussion d'observations dépourvues d'erreurs systématiques, réparties sur un grand nombre d'années, permettrait d'aborder l'étude si importante des variations du diamètre solaire vrai, notamment au cours de la période undécennale. A ces variations se rattachent l'entretien du rayonnement et de la température de l'astre. C'est surtout à ce point de vue que la création d'une méthode d'observation précise de ce diamètre puise son intérêt.

Mais il ne faut pas perdre de vue que de bonnes observations du Soleil ne peuvent être obtenues qu'en opérant sur des images dénuées d'ondulations aux bords. A cet égard, un observatoire installé, vers 3000^{m} d'altitude, sur un plateau couvert de neige et abrité, à quelques kilomètres, par de hautes cimes, rendrait les plus grands services à la physique solaire. Conservant la température de la glace fondante, quelle que soit l'ardeur du rayonnement de l'astre, un pareil sol ne déverse pas de chaleur dans l'atmosphère. C'est pourquoi les mouvements de convection habituels des couches d'air, dus à l'échauffement des terrains avoisinant l'observateur, ne sauraient prendre naissance dans ces conditions. On écarterait ainsi la principale cause perturbatrice des images qui nuisent en général si fortement aux observations solaires. Je rappelle, à ce sujet, que le petit flambeau, sommité presque totalement enrobée de glace qui précède le

col du Géant, sur le versant français du massif du mont Blanc, paraît présenter une situation favorable à l'installation d'un observatoire consacré à l'étude du Soleil (1).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveaux procédés de dosage du cuivre, du zinc, du cadmium, du nickel et du cobalt*. Note de M. **Adolphe Carnot**.

Ces métaux présentent, comme on sait, un caractère commun, très important pour l'analyse. Ils sont, comme on dit par abréviation, solubles dans l'ammoniaque, c'est-à-dire que leurs sels forment, avec les sels ammoniacaux, des sels doubles, qui ne sont pas décomposés par l'ammoniaque. En conséquence, leurs solutions acides n'éprouvent aucune précipitation, lorsqu'on y verse de l'ammoniaque en excès, dont une partie forme des sels doubles de ce genre.

Lorsqu'il n'y a pas de composé ammoniacal, leurs solutions sont précipitées par les carbonates alcalins.

On peut s'étonner que cette réaction ne soit pas utilisée pour leur dosage, qui en serait simplifié ; mais l'exclusion de ces réactifs est motivée par une observation importante, faite depuis longtemps : c'est que le précipité fourni par eux ne serait pas complet et qu'il serait impur.

On trouve, en effet, consigné dans les Ouvrages (2) de deux anciens maîtres en analyse minérale, Henri Rose et E. Rivot, que : 1° la précipitation est incomplète ; car on retrouve dans le liquide une quantité du métal d'autant plus importante que l'excès du carbonate alcalin est plus grand ; 2° le précipité contient une quantité notable d'alcali, que l'on ne peut enlever pratiquement par des lavages, même soignés et prolongés.

Cela paraît d'autant plus regrettable que l'on pourrait trouver, dans un mode de précipitation aussi simple et aussi rapide, de sérieux avantages, entre autres celui d'éviter l'emploi de réactifs sulfurés, qui sont une gêne au voisinage de certaines industries.

Pour éviter les deux causes d'erreurs signalées, j'ai pensé qu'il était nécessaire de changer la nature du milieu où se fait la précipitation, et j'ai profité de l'observation suivante : ayant eu occasion de dissoudre

---

(1) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1236.

(2) Henri Rose, *Chimie analytique*, éd. fr., 1859-1862. — E. Rivot, *Docimasie*, t. 3 et 4, 1864.

par l'ammoniaque une certaine quantité d'hydrate de zinc, je remarquai que la dissolution était entièrement précipitée par l'addition de carbonate de sodium suivie d'ébullition. Je renouvelai l'essai sur l'hydrate ou l'hydrocarbonate de cuivre et j'obtins encore une précipitation complète. Les résultats furent étendus aux autres métaux du même groupe, notamment au nickel. Je fus ainsi amené à formuler une méthode nouvelle de précipitation applicable à ces divers métaux et je m'en suis servi assez souvent pour pouvoir la recommander, comme fournissant un dosage rapide, sans erreur systématique résultant de perte de matière ou de surcharge, et se prêtant à certaines séparations nouvelles entre quelques-uns des métaux du même groupe.

Voici la marche générale à suivre :

On doit être sûr que la solution, neutre ou acide, ne contient pas de sel ammoniacal; sinon, il faut commencer par chasser l'ammoniaque, ce qu'on peut faire en évaporant à siccité, calcinant légèrement et redissolvant par quelques gouttes d'acide et un peu d'eau.

La solution est neutralisée à froid par du carbonate de sodium en excès modéré, mais sensible. On s'assure qu'il y a réellement excès de réactif, soit au moyen du papier de tournesol, qui, rougi par la liqueur au début, doit être au contraire, après addition du carbonate, immédiatement ramené au bleu, soit en observant la partie supérieure du liquide, qui, après agitation et repos, doit devenir limpide et n'être aucunement troublée par une addition nouvelle du même réactif.

Un excès de carbonate alcalin est indispensable pour que l'ammoniaque ajoutée ensuite ne trouve plus dans la liqueur de sel métallique, avec lequel il y aurait formation d'un sel double non précipitable.

On verse alors, avec précaution, de l'ammoniaque (ou quelquefois du carbonate d'ammonium) dans la solution encore peu étendue où s'est faite la première précipitation. Le réactif ammoniacal, introduit par petites quantités à la fois, dissout le précipité très facilement s'il s'agit du zinc ou du cuivre, plus lentement pour le nickel et le cobalt s'ils sont en quantité importante. Autant que possible, on ne met d'ammoniaque que la quantité à peu près nécessaire pour la dissolution.

On ajoute de l'eau jusqu'à avoir un volume total de 150^{cm^3} à 200^{cm^3} pour $0^g,30$ à $0^g,50$ de métal environ. On chauffe à l'ébullition, qu'on maintient assez tranquille pendant toute la durée de la précipitation. Celle-ci se fait d'autant plus rapidement que l'excès du réactif ammoniacal est moindre; elle s'achève quelquefois en 5 minutes, surtout avec l'ammo-

niaque seule; elle dure davantage avec le carbonate. Elle se prolonge d'autant plus qu'il y a un plus grand excès du réactif; il arrive souvent alors qu'il se dépose, sur la paroi interne du vase où se fait l'ébullition, un enduit adhérent, qu'il est difficile d'enlever autrement que par dissolution.

Lorsque la limpidité et la décoloration de la liqueur indiquent que la précipitation est terminée, on décante sur un filtre pour éviter des pertes accidentelles, et, avant d'aller plus loin, on s'assure, par l'essai au sulfure d'ammonium d'une partie du liquide, qu'il n'y reste aucune trace du métal. On active alors la décantation, en lavant à l'eau pure le dépôt, qu'on recueille directement dans une capsule tarée, afin d'éviter, lors de la calcination, toute réduction et volatilisation au contact d'un filtre carbonisé, s'il s'agit du zinc ou du cadmium. On peut le recevoir sur un filtre, si l'oxyde est irréductible et fixe, comme ceux de cuivre ou de nickel.

La précipitation dans le liquide bouillant peut avoir donné, selon la nature du métal et celle du réactif ammoniacal, soit un oxyde, comme celui de cuivre, soit un hydrate ou un hydrocarbonate, comme ceux de zinc et de nickel, soit un carbonate neutre, comme celui de cadmium, comme il sera dit plus loin.

La calcination à l'air de ces composés fournit, en général, des oxydes de composition constante et bien connue, qu'il suffit de peser pour avoir le dosage certain; mais quelquefois il peut être préférable de les soumettre à la réduction par l'hydrogène au rouge, afin de peser le métal lui-même à l'état de pureté.

S'il y a un enduit adhérent au vase, on le dissout par un peu d'acide azotique dilué et chaud, qu'on reçoit dans une capsule tarée; on ajoute une ou deux gouttes d'acide sulfurique, on évapore à siccité et l'on calcine pour peser le sulfate neutre. Dans le cas où il n'y aurait dans le filtre qu'un très petit précipité, on le traiterait de la même façon et l'on réunirait les deux liquides, pour les évaporer ensemble et avoir, en une seule pesée à la fois, tout le métal à l'état de sulfate; le poids de ce sel, très supérieur à celui de l'oxyde métallique correspondant, a l'avantage de fournir un dosage plus précis.

Je dois maintenant indiquer, pour chacun des métaux du groupe, la nature et les caractères des précipités obtenus dans l'application du procédé qui vient d'être décrit.

1° *Cuivre*. — Le carbonate de sodium, en décomposant les solutions cuivriques exemptes de sels ammoniacaux, donne, à froid, un précipité d'un

bleu vert, qui est un hydrocarbonate ou carbonate basique, de composition variable. L'ébullition le transforme en un oxyde cuivrique d'un noir brun, renfermant toujours quelques centièmes d'alcali; la liqueur, filtrée après la précipitation à froid ou à chaud, contient plus ou moins de cuivre et se colore en noir par le sulfure d'ammonium.

L'hydrocarbonate formé à froid se dissout très aisément dans le liquide qui l'entoure, additionné avec précaution d'ammoniaque ou de carbonate d'ammonium. Les liqueurs sont bien limpides et de teintes bleues différentes; chauffées à l'ébullition, elles produisent rapidement des précipités noirs, d'aspect cristallin ou pailleté, d'oxyde cuivrique pur; les dépôts obtenus sont noirs, sans la teinte brune qui accuse la présence d'alcali [1]; la solution devenue incolore, décantée ou filtrée, n'est ni troublée, ni colorée par l'addition de sulfure d'ammonium. Le dosage du cuivre peut se faire par simple calcination, à l'état CuO; s'il y a quelque peu d'enduit brunâtre dans la fiole, on fait le dosage en $CuSO^4$.

2° *Zinc.* — Le précipité formé dans une solution de zinc, exempte de tout sel ammoniacal, est un hydrocarbonate blanc, gélatineux; il faut s'assurer que la solution est devenue basique avant d'y introduire le réactif ammoniacal en léger excès. Il y a dissolution facile à froid, soit par l'ammoniaque, soit par le carbonate d'ammonium.

Avec le premier de ces réactifs il se produit, par une ébullition courte ou prolongée selon que l'excès de réactif est petit ou grand, un précipité blanc, très gélatineux, d'hydrate de zinc, qui, retenu sur un filtre, se contracte en petites masses dures, translucides.

Le carbonate d'ammonium, introduit dans la liqueur en présence d'un excès de carbonate de sodium, donne par ébullition du carbonate seul ou mêlé d'hydrate, constituant une poudre blanche plus facile que l'hydrate à retenir sur filtre et à détacher après dessiccation.

On fait le dosage du zinc en brûlant le filtre à part, après l'avoir imprégné d'azotate d'ammonium. On pèse ZnO. S'il n'y a qu'un très petit dépôt sur le filtre, ou s'il s'est formé un enduit blanc dans la fiole, on les dissout ensemble pour les convertir en $ZnSO^4$.

On peut constater que le liquide filtré, après ébullition avec de l'ammoniaque ou avec du carbonate d'ammonium, ne donne, par le sulfure d'am-

---

[1] Rivot, *Traité de Docimasie*, t. 4, p. 20-24.

monium, aucun trouble blanc, ni aucun précipité, même du jour au lendemain; la précipitation du zinc est donc bien totale.

3° *Cadmium.* — Le carbonate alcalin précipite à froid le cadmium, non pas à l'état de carbonate basique, comme les autres métaux du même groupe, mais à celui de carbonate neutre, formant un précipité blanc, grenu. Ce carbonate est beaucoup moins soluble dans l'ammoniaque diluée que le précipité zincique; en outre, il n'est pas soluble dans le carbonate d'ammonium, lorsque celui-ci ne contient pas d'ammoniaque libre. Dans un mélange des deux réactifs plus ou moins dilués, il se dissout notablement à froid; mais, par ébullition en présence d'un peu de carbonate de sodium en excès, il est entièrement précipité à l'état de carbonate.

Il peut être pesé à l'état de carbonate neutre blanc, $CdCO^3$, après dessiccation sur filtre; mais il est, en général, préférable de le séparer du filtre, qu'on brûle à part avec les précautions employées pour le dosage du zinc et de le calciner au rouge sombre pour le peser à l'état d'oxyde brun, CdO. Le dosage se ferait à l'état de sulfate, $CdSO^4$, s'il y avait un enduit blanc dans la fiole ou si la quantité de métal était trop petite pour un bon dosage à l'état de CdO.

4° *Nickel.* — La précipitation par le carbonate de sodium produit un carbonate basique ou hydrocarbonate de nickel, d'un blanc verdâtre, assez gélatineux et incomplet; le liquide filtré se colore en noir ou en brun par l'addition de sulfure d'ammonium. L'hydrocarbonate se dissout dans l'ammoniaque ou dans le carbonate d'ammonium dilué, en formant des solutions bleues de teintes un peu différentes, plus claires que les solutions cuivriques correspondantes.

Ces solutions, chauffées à 100° en présence d'un peu de carbonate de sodium, fournissent un précipité complet, qui est un hydrocarbonate s'il y a excès de carbonate, et un hydrate nickeleux, d'un vert pomme plus franc, si l'ébullition se fait en présence d'ammoniaque libre. Ce précipité est très gélatineux et s'attache facilement aux parois de la fiole. Séché sur filtre, il se contracte beaucoup et forme des masses dures d'un vert clair. La précipitation est complète, car le sulfure d'ammonium ne produit ni trouble, ni coloration dans la liqueur filtrée.

Le précipité, pulvérisé avec les précautions nécessaires et chauffé au rouge sombre, devient noirâtre; sa composition est alors comprise entre Ni^3O^4 et NiO. Chauffé au rouge très vif, il arrive à NiO en reprenant sa

couleur verte. Le dosage peut être fait à cet état ou à l'état de métal Ni, après réduction au rouge dans un courant d'hydrogène pur et sec.

L'adhérence du précipité hydraté à la paroi du verre peut constituer une difficulté; il en est de même de la dureté qu'il prend par dessiccation; on les évite en dissolvant le dépôt lavé et encore humide par un peu d'acide sulfurique dilué et faisant le dosage à l'état de sulfate.

5° *Cobalt.* — La précipitation par le carbonate alcalin produit, à froid, un hydrocarbonate rose qui, lorsqu'on chauffe le liquide, passe au bleu vif et ensuite au violacé; la précipitation est incomplète, de même que pour le nickel, et le liquide filtré se colore en noir par l'addition d'un sulfure.

L'hydrocarbonate rose se dissout dans l'ammoniaque en formant une solution rouge qui se modifie peu à peu par oxydation à l'air. Dissous dans le carbonate d'ammonium, il donne une solution plus claire, inaltérée au contact de l'air.

Chauffées à l'ébullition en présence du carbonate alcalin en léger excès, les deux solutions ammoniacales donnent des précipités d'un gris noir un peu violacé, contenant tout le métal et passant au noir par dessiccation et calcination. La composition des oxydes calcinés est alors voisine de Co^3O^4; ils sont ramenés à l'état métallique par calcination au rouge dans l'hydrogène.

Lorsque le *nickel* et le *cobalt* se trouvent ensemble dans une solution acide, sans sel ammoniacal, ils sont précipités à froid par le carbonate alcalin et se redissolvent un peu difficilement dans l'ammoniaque ou le carbonate en faible excès. L'ébullition détermine un précipité, qui est d'un vert foncé si la proportion de cobalt est petite, et d'un gris violacé de plus en plus sombre à mesure qu'elle est plus grande par rapport au nickel. Le liquide filtré n'est pas coloré par le sulfure d'ammonium; la précipitation des deux métaux est donc complète. Le dépôt, reçu sur filtre, séché et calciné, ne fournit cependant pas un dosage satisfaisant, parce que les deux métaux n'arrivent pas au même degré d'oxydation. Mais le dosage peut être fait après leur réduction simultanée dans l'hydrogène au rouge; la pesée fait connaître alors la somme des poids des deux métaux. Dès lors, il suffit de faire le dosage de l'un des deux; on choisit, en général, de préférence, celui qu'on sait être en plus petite proportion.

En résumé, la nouvelle méthode de précipitation consiste en deux opérations, qui se succèdent dans un même vase; on emploie d'abord le carbonate

de sodium à froid, en excès assez faible, mais certain; puis on redissout le précipité par l'ammoniaque en petit excès (plus rarement par le carbonate d'ammonium) et l'on chauffe à l'ébullition de manière à obtenir la précipitation totale, on filtre et on lave à l'eau distillée, chaude ou froide.

Le précipité est un oxyde, un hydrate, un hydrocarbonate (ou, par exception, un carbonate neutre). La calcination le convertit facilement en un oxyde anhydre ou, par réduction, en un métal pur. On peut aussi, surtout lorsqu'il y a peu de matière, le transformer en un sulfate neutre.

J'ajoute que l'état chimique des métaux, dans les précipités obtenus, peut offrir de nouveaux moyens de séparation entre eux; je me propose de le montrer dans une prochaine Communication.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Maupas*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 40,

M. Cuénot obtient	. . . .	35 suffrages
M. Kœhler »	. . . .	3 »
M. Dubosq »	. . . .	2 »

M. **Cuénot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **de Forcrand** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes dans la Division des Membres non résidants.

MM. **Georges Claude**, **L. Lumière**, **A. Rateau** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats aux places de la Division, nouvellement créée, des *Applications de la Science à l'Industrie*.

Sir **Aurel Stein** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. **Henri Blondel** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1917.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° *Gaston Darboux*, par Ernest Lebon.

2° *Les études de Physique du Globe aux États-Unis*, par E. Doublet. (Présenté par M. G. Bigourdan.)

3° *Enquête sur la production française et la concurrence étrangère*, effectuée et publiée pour l'Association nationale d'expansion économique. Rapporteurs généraux : MM. Henri Hauser et Henri Hittier. Préface de M. David-Mennet. (Présenté par M. Tisserand.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les classes de noyaux symétrisables.* Note de M. **Trajan Lalesco**.

Les noyaux symétrisables qui se rencontrent dans les applications sont de plusieurs sortes, suivant la symétrie du facteur composant et du noyau résultant.

Soit $G(x, y)$ un noyau symétrique, tel que

$$G(x, y) = \varepsilon G(y, x) \qquad (\varepsilon = \pm 1).$$

Nous dirons que c'est un noyau symétrique du type (ε). Un noyau symétrisable sera dit du type $(\varepsilon, \varepsilon')$ si le facteur composant et le noyau résistant sont respectivement du type (ε) et (ε').

D'après cette définition, il existerait quatre types de noyaux symétrisables; mais on peut facilement démontrer que les types $(1, -1)$ et $(-1, 1)$ coïncident, de sorte qu'il n'existe que les classes suivantes :

$$1^\circ \ (1, 1); \qquad 2^\circ \ (\varepsilon, -\varepsilon); \qquad 3^\circ \ (-1, -1).$$

La classe $(1, 1)$ a été découverte et étudiée par M. J. Marty, ces noyaux jouissent de propriétés analogues à celles des noyaux symétriques si le facteur de composition est en outre positif.

Le type (1, − 1) se rapproche des noyaux symétriques gauches. Si le noyau (1) qui figure dans son équation de définition est positif, les propriétés de ces noyaux symétrisables sont analogues à celles des noyaux symétriques gauches.

Voici quelques propriétés générales des noyaux symétrisables :

1° Le noyau itéré, de puissance k, d'un noyau symétrisable $(\varepsilon, \varepsilon')$ est aussi symétrisable et du type

$$[\varepsilon, \varepsilon'(\varepsilon\varepsilon')^{k-1}].$$

2° Tout noyau $N(x, y)$, symétrisable à gauche par exemple, *admet une infinité de facteurs composants*, du même côté. Il y a alors lieu de considérer parmi eux celui de puissance composée minimum, ou l'un d'eux s'il y en a plusieurs.

Si $A(x, y)$ est ce facteur composant, soit $g+1$ la première puissance itérée du noyau $N(x, y)$, telle que l'équation

$$\int B(x, s)A(s, y)\,ds = N^{(g+1)}(x, y)$$

soit résoluble.

Nous dirons, dans ce cas, que le noyau symétrisable $N(x, y)$ est de genre g.

On peut facilement déterminer une limite supérieure de g dans la plupart des cas. C'est ainsi que tout noyau symétrisable, produit composé de deux noyaux symétriques, est de genre zéro; tout noyau polaire de la forme $A(x)B(x, y)B(y)$ est de genre au plus égal à un, etc.

On a alors le théorème suivant :

Tout noyau symétrisable, fermé et de genre fini, est symétrisable des deux côtés.

On démontre pour cela que $B(x, y)$ est symétrique, du type $\varepsilon'(\varepsilon\varepsilon')^{g+1}$ et qu'il rend $N(x, y)$ symétrique, par composition à droite.

Le noyau $N(x, y)$, considéré comme symétrisable à droite, est du type

$$[\varepsilon'(\varepsilon\varepsilon')^{g+1},\ \varepsilon(\varepsilon\varepsilon')^{g+1}],$$

ce qui donne une vérification d'invariance pour la notion des classes que nous venons de proposer.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation, par des volumes, de certaines sommes abéliennes d'intégrales doubles.* Note de M. **A. Buhl.**

J'ai montré, dans ma Note du 28 janvier, que la somme abélienne

$$\sum \iint \Psi(X_i, Y_i, Z_i)\, dX_i\, dY_i \tag{1}$$

relative aux m cloisons découpées, sur une surface algébrique

$$F(X, Y, Z) = 0,$$

par un cône quelconque Γ, de sommet O, pouvait s'exprimer par l'intégrale

$$\iint R(x, y, z)\,(x f_x + y f_y + z f_z)\,\frac{dx\, dy}{f_z}, \tag{2}$$

relative à une cloison quelconque,

$$f(x, y, z) = 0,$$

tendue dans le cône.

Un premier point remarquable est que, en partant d'intégrales (1), dépendant de fonctions Ψ différentes et attachées à des surfaces F différentes, on peut parvenir à des intégrales (2) identiques, c'est-à-dire où la fonction $R(x, y, z)$ est la même. D'où, entre sommes abéliennes d'origines diverses, des théorèmes d'équivalence plus ou moins intéressants. Et l'interprétation géométrique la plus simple d'une intégrale double consistant généralement dans son assimilation à un volume, nous allons voir que, pour la somme (1), cette assimilation se présente sous une forme digne d'être notée.

Puisque R est homogène d'ordre -3, on pourra toujours écrire

$$R(x, y, z) = -\frac{\varphi_{k-3}}{\varphi_k}.$$

Alors, d'après des travaux précédemment publiés [1], l'expression (2) n'est autre chose que la somme abélienne des volumes coniques déterminés, dans le cône Γ, par la surface *à centre* (au sens général de ce mot)

$$\varphi_k + \star + \varphi_{k-2} + \varphi_{k-3} + \ldots + \varphi_0 = 0.$$

---

[1] *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse* (4ᵉ et 5ᵉ Mémoires), 1914, 1915; *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 489; *Bulletin des Sciences mathématiques*, décembre 1917.

Si l'on veut que cette surface auxiliaire soit aussi simple que possible, on pourra réduire son équation à

$$\varphi_k + \varphi_{k-3} = 0. \tag{3}$$

Alors O est, en même temps qu'un centre, un point singulier d'ordre $k-3$; toute droite passant par O ne rencontre la surface, en dehors de O, qu'en un seul point *réel* A. Le lieu de ces points A est une nappe qui limite dans Γ un seul volume réel qui représente, à lui seul, la somme abélienne (1).

Les deux autres volumes, limités à des nappes imaginaires de (3), et qu'il faudrait adjoindre au précédent, ont une somme nulle d'après les propriétés des racines cubiques de l'unité parce que, dans un même cône élémentaire, on a deux volumes qui, outre un tel facteur, contiennent ε_1^3 et ε_2^3.

Toutes ces images, en dehors de leur intérêt propre, facilitent grandement la discussion des sommes abéliennes (1).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de la formation de certains isomères de la cinchonine et de leurs dérivés hydrohalogénés.* Note [1] de M. E. **Léger**, présentée par M. Charles Moureu.

J'ai montré récemment [2] que la cinchonine et trois de ses isomères : la cinchoniline, la cinchonigine et l'apocinchonine peuvent fournir la même base hydrobromée quand on les chauffe avec HBr.

Pour expliquer ce fait remarquable, admettons pour la cinchonine la formule suivante qui est une simplification de celle adoptée par P. Rabe et Bruno Böttchner [3],

$$CH^2{=}CH-[C^{16}H^{17}(\underset{\substack{|\\ OH}}{CH})N^2],$$

nous pourrons, avec ces auteurs, considérer la cinchonigine et la cinchoniline comme des bases dérivées d'une oxydihydrocinchonine par perte de H^2O, ce qui en ferait des sortes d'éthers-oxydes internes de ce composé. La cinchonigine et la cinchoniline pourraient alors être représentées par la formule

$$CH^3-\underset{\substack{|\\ O}}{CH}-[C^{16}H^{17}(CH)N^2].$$

(l'atome O étant relié au groupe (CH) entre crochets)

(1) Séance du 28 janvier 1918.

(2) *Comptes rendus*, t. **166**, 1918, p. 76.

(3) *D. chem. Gesell.*, t. **50**, p. 127.

Le mécanisme de la production de l'apocinchonine aux dépens de la cinchonine s'expliquerait également en admettant la formation intermédiaire d'une oxydihydrocinchonine; le groupement $CH^2 = CH - \overset{/}{\underset{|}{C}}H$ de la cinchonine étant changé en $CH^3 - CHOH - \overset{/}{\underset{|}{C}}H$ par fixation d'eau sur la double liaison vinylique. Par perte d'eau, ce composé donnerait le groupement $CH^3 - CH = \overset{/}{\underset{|}{C}}$ qui caractériserait l'apocinchonine; celle-ci différerait donc de la cinchonine par le déplacement d'une double liaison. Ce n'est, du reste, pas la seule différence qui existe entre les deux bases, ainsi qu'on le verra plus loin.

J'ai de bonnes raisons de penser que l'oxydihydrocinchonine, que nous avons considérée comme le terme intermédiaire entre la cinchonine et ses isomères, n'est pas un composé hypothétique.

La fixation de HBr et en général des hydracides se fait, comme le montra Skraup [1], sur la double liaison vinylique de la cinchonine. L'hydrobromocinchonine renfermerait donc le groupe $CH^3 - CHBr - \overset{/}{\underset{|}{C}}H$. Il est facile de voir que la fixation de HBr : 1° sur les doubles liaisons de la cinchonine et de l'apocinchonine, 2° sur la liaison éther-oxyde de la cinchoniline et de la cinchonigine doivent conduire à la même hydrobromocinchonine.

Cette déduction serait rigoureusement exacte si les corps considérés étaient inactifs; or, nous savons qu'ils sont doués du pouvoir rotatoire. La production, à l'aide de HBr, de composés d'addition ayant, pour les quatre bases examinées, des pouvoirs rotatoires identiques, suppose donc que la fixation de HBr est précédée, pour certaines d'entre elles, de transformations stéréochimiques.

La cinchonine et la cinchoniline où ces transformations sont réduites au minimum, puisqu'elles ne donnent guère que de l'hydrobromocinchonine, et cela très rapidement pour la première base, posséderaient le même arrangement stérique; leur isomérie reposerait sur des différences de structure.

Avec la cinchonigine, en même temps que se produirait la fixation de HBr qui donnerait lieu à la production du dérivé hydrobromé normal dont le bibromhydrate possède $\alpha_D = +127°,3$, il y aurait transformation

---

(1) *Monat. f. Chem.*, t. 20, p. 585.

d'une partie de la cinchonigine en cinchoniline. La transformation des deux bases sous l'influence des acides est, en effet, réversible (Skraup) [1].

La transformation de la cinchonigine en cinchoniline et de cette dernière en hydrobromocinchonine stable en présence de HBr progresserait plus rapidement que la fixation simple de HBr sur la cinchonigine, ce qui explique que la première réaction prédomine.

Avec l'apocinchonine, les choses se passeraient de même; il y aurait production du dérivé hydrobromé normal dont le bibromhydrate possède $\alpha_D = +128°,6$ et, en même temps, transformation de l'apocinchonine en cinchoniline qui donnerait de l'hydrobromocinchonine [2].

La cinchonigine et l'apocinchonine formeraient un second groupe dont les deux termes auraient même arrangement stérique mais celui-ci serait différent de celui qui existe dans la cinchonine et la cinchoniline.

L'hydrobromocinchonine, traitée par KOH alcoolique, perd son atome de brome à l'état de HBr pour la formation duquel un H est emprunté au groupe OH pour donner la cinchoniline ou au groupe CH voisin de Br pour donner l'apocinchonine, les deux réactions se produisant simultanément. Il n'y a pas formation de cinchonigine en quantité dosable.

La production de la δ-cinchonine et de la cinchonirétine est due à des causes encore indéterminées. On voit que la cinchonine, d'après ce qui précède, ne doit pas être régénérée dans l'action de KOH sur les bases hydrobromées, ce qui est conforme à la réalité.

La présente étude me conduit à renoncer à l'explication que Jungfleisch et moi [3] avons donnée de la genèse des isomères obtenus dans l'action de SO^4H^2 sur la cinchonine. On se rappellera que la théorie que nous proposions n'était autre qu'une extension de celle qui fut, en 1853, proposée par Pasteur pour expliquer la formation de la cinchonicine à l'aide de la cinchonine. Les expériences de Miller et Rohde [4] ont montré que la cinchonicine (cinchotoxine) n'est pas un stéréoisomère de la cinchonine mais que l'OH de celle-ci y est remplacé par un CO.

Nous venons de voir que l'apocinchonine, la cinchonigine et la cinchoniline ont des constitutions différentes de celle de la cinchonine. La cincho-

---

(1) *Monat. f. Chem.*, t. 22, p. 171.
(2) Voir Hlavnicka, *Monat. f. Chem.*, t. 22, p. 191.
(3) *Comptes rendus*, t. 105, 1887, p. 1255.
(4) *D. chem. Gesell.*, t. 27, p. 1187; t. 28, p. 1056; t. 33, p. 3214.

nigine et la cinchoniline, d'autre part, semblent être stéréoisomères entre elles.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'examen du fulminate de mercure et l'analyse des mélanges pour amorces.* Note [1] de MM. **Paul Nicolardot** et **Jean Boudet**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Le fulminate de mercure peut renfermer du mercure métallique ainsi que l'ont déjà indiqué MM. Berthelot et Vieille, d'après les résultats fournis par l'analyse élémentaire. Il est possible de mettre en évidence la présence du mercure libre par l'analyse immédiate.

En traitant à froid 1^g du fulminate à examiner par 5^g d'hyposulfite d'ammonium dans 100^{cm^3} d'eau, tout le fulminate se dissout très rapidement. Le mercure libre reste insoluble sous la forme de poudre grise ou de globules brillants suivant les cas. La pesée du mercure peut s'exécuter facilement sur double filtre taré ou sur un filtre taré en alumine spéciale, après lavage à l'eau, à l'alcool et à l'éther, et séchage dans un dessiccateur, renfermant de la potasse et du mercure.

La teneur en mercure libre, dans certains échantillons examinés, peut dépasser 2 pour 100. Il ne paraît pas y avoir de relation entre la couleur du fulminate et la proportion de mercure qu'il renferme.

Dans les amorces, le fulminate de mercure peut être mélangé à un certain nombre de matières et parfois on peut trouver réunis du sulfure d'antimoine, du nitrate ou du chlorate de potassium, de la poudre de verre. L'analyse d'un mélange aussi complexe peut cependant s'exécuter avec facilité, en utilisant deux produits : le sulfhydrate et le sulfite d'ammoniaque qui, comme l'hyposulfite d'ammonium employé plus haut, n'apportent aucune matière fixe et dont la pureté peut être, par suite, vérifiée très facilement à l'aide d'une simple calcination.

La méthode est fondée sur les faits suivants :

1° Le sulfhydrate d'ammoniaque transforme le fulminate de mercure en un sulfure rouge de formule HgS.

2° Le sulfure d'antimoine est dissous complètement par le sulfhydrate

(1) Séance du 4 février 1918.

d'ammoniaque jaune; il peut être reprécipité complètement à l'état de sulfure Sb^2S^3, exempt de soufre, par le sulfite d'ammoniaque.

Manière d'opérer. — L'amorce, ou les amorces sont traitées par 10^{cm^3} de sulfhydrate jaune d'ammoniaque pendant 2 heures à froid et puis 1 heure à 60°. Le fulminate de mercure est transformé en sulfure rouge et reste insoluble avec le verre pilé, s'il y en a. Le sulfure recueilli sur le filtre taré est lavé à l'eau, à l'alcool, au sulfure de carbone, à l'éther, et pesé. Sa formule est HgS. S'il y a de la poudre de verre, celle-ci est pesée en même temps. Il suffit de calciner ensuite le filtre et de volatiliser HgS à aussi basse température que possible, pour obtenir le poids de la poudre de verre.

La liqueur, traitée par le sulfite d'ammoniaque (7^g) au bain-marie, laisse séparer le sulfure d'antimoine à l'état de sulfure rouge dense. Celui-ci est recueilli sur filtre taré, lavé à l'eau, séché et pesé.

Les sels alcalins sont dosés à l'état de sulfates, après volatilisation des sels ammoniacaux et avec les précautions ordinaires. Un dosage de l'acide sulfurique permet de voir s'il y a de la soude avec la potasse.

Le chlorate ou le nitrate sont caractérisés et dosés par épuisement du mélange initial par l'eau froide et d'après les procédés connus.

Restent encore à doser les impuretés qui, avec le sulfure de mercure, se retrouvent presque totalement à l'état de sulfures insolubles. Ces impuretés sont dues : les unes, au sulfure d'antimoine (fer et plomb); les autres, à l'attaque du métal des amorces (zinc et cuivre). Une partie du sulfure de cuivre passe toutefois en solution et se retrouve avec le sulfure d'antimoine; le cuivre est dosé par électrolyse, après calcination des sulfures et reprise par l'acide nitrique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la précipitation de l'acide phosphorique à l'état de phosphomolybdate d'ammonium : Dosage pratique de l'acide phosphorique par une simple mesure azotométrique.* Note [1] de M. **J. Clarens**, transmise par M. Paul Sabatier.

La composition du phosphomolybdate d'ammonium n'est pas établie avec certitude. Tandis que les uns estiment que, dans le complexe ainsi

[1] Séance du 4 février 1918.

dénommé, l'acide phosphorique existe sous forme de phosphate triammonique, d'autres pensent qu'il y figure sous forme de phosphate diammonique retenant par occlusion des quantités de molybdate d'ammonium dépendant des conditions de la précipitation.

Cette incertitude fait qu'il est impossible d'évaluer la teneur du précipité en acide phosphorique d'après la quantité d'ammoniaque qu'il renferme.

Ce dernier mode d'évaluation aurait des avantages incontestables comme simplicité. Aussi j'ai cherché s'il ne serait pas possible de trouver des conditions faciles à réaliser, assurant au précipité de phosphomolybdate d'ammonium une teneur rigoureusement déterminée, en ammoniaque.

J'ai établi que :

1° Le précipité obtenu par action dans les conditions habituelles de réactif molybdique est sensiblement insoluble *dans l'eau distillée ;*

2° *L'acide azotique à* 1 *pour* 100 dissout d'abord du précipité, une très minime partie renfermant de l'acide phosphorique facile à déterminer, et aussi une partie beaucoup plus importante, ne contenant pas d'acide phosphorique et qui est très vraisemblablement du nitromolybdate d'ammonium.

Après action de l'acide azotique à 1 pour 100, le précipité restant est un mélange des phosphomolybdates diammonique et triammonique, dans une proportion qui dépend de la concentration en sels ammoniacaux des liquides précipitants.

Au précipité global obtenu, on peut assigner la formule

$$PO^4H^3(NH^3)^3,\quad n\,MoO^3;\quad PO^4H^3(NH^3)^2,\quad (NO^3H,\ NO^3HNH^3),\quad m\,MoO^3.$$

3° En augmentant la proportion des sels ammoniacaux dans les liquides précipitants, par addition de nitrate d'ammonium, on remplace progressivement NO^3H par NO^3HNH^3 et la formule du précipité devient

$$PO^4H^3(NH^3)^3,\quad n\,MoO^3;\quad PO^4H^3(NH^3)^2,\quad NO^3HNH^3,\quad m\,MoO^3.$$

A ce moment, *la quantité d'ammoniaque existant dans le précipité est la même que si tout l'acide phosphorique était précipité à l'état de phosphate triammonique.* En réalité, le précipité est un complexe renfermant du phosphate triammonique et du phosphate biammonique, 1^{mol} de ce dernier fixant 1^{mol} de nitrate d'ammonium, vraisemblablement à l'état de nitromolybdate.

Cette aptitude du précipité à la fixation du nitrate d'ammonium n'est

pas un fait isolé. Elle s'exerce aussi, en particulier, vis-à-vis du sulfate d'ammonium. Lorsque la précipitation de l'acide phosphorique par le réactif molybdique s'effectue en présence d'acide sulfurique, NO^3HNH^3 est remplacé, molécule à molécule, par $SO^4H^2(NH^3)^2$, le sulfomolybdate ainsi fixé étant insoluble dans l'acide azotique à 1 pour 100.

Donc, en présence d'acide sulfurique, le précipité de phosphomolybdate obtenu peut renfermer une quantité d'ammoniaque supérieure à celle qui correspond au phosphate triammonique, dépendant dans chaque cas particulier des proportions des acides azotique et sulfurique existant dans les liquides au sein desquels s'effectue la précipitation.

La diversité des opinions régnant sur la composition du précipité de phosphomolybdate d'ammonium semble encore attribuable à deux autres causes :

En premier lieu, la solubilité notable de la partie nitromolybdate d'ammonium du précipité, dans les liquides précipitants, lorsque ces derniers ont la composition généralement recommandée dans les Traités d'Analyse : la quantité d'ammoniaque renfermée dans le précipité dépendra du volume du liquide qui surnage ce précipité.

En second lieu, les solutions employées pour le lavage du précipité ont, sur ce dernier, suivant leur composition, une influence très notable et très différente, toujours sur la partie nitromolybdate fixée par le phosphate diammonique. Les solutions peu riches en sels ammoniacaux (par exemple, celles qui sont constituées par une dilution du réactif molybdique avec addition d'acide azotique) dissolvent ce nitromolybdate, et la composition du précipité restant après lavage dépendra du volume de liquide employé pour ce lavage. Au contraire, les solutions riches en sels ammoniacaux (dilution du réactif molybdique avec addition d'acide azotique et de *nitrate d'ammonium*) transforment progressivement $PO^4H^3(NH^3)^2, NO^3H$ en $PO^4H^3(NH^3)^2, NO^3HNH^3$, de telle sorte que, par lavage avec une pareille solution, le précipité lavé s'enrichit progressivement en ammoniaque pour arriver à une teneur correspondant à la précipitation de tout l'acide phosphorique à l'état de phosphate triammonique.

En se plaçant au point de vue pratique de l'évaluation de l'acide phosphorique par la teneur en ammoniaque du précipité de phosphomolybdate, on peut conclure que :

1° On n'arrive à un précipité ayant une teneur définie en ammoniaque, qu'en opérant la précipitation en présence de quantités suffisantes de nitrate d'ammonium ($0^g,1$ d'anhydride phosphorique dissous dans 10^{cm^3} d'eau

additionnés de 100^{cm^3} de réactif molybdique dans lesquels on a préalablement fait dissoudre 15^g à 20^g de nitrate d'ammonium), et lavant ensuite le précipité à l'eau distillée, ou bien encore, mais ceci est une complication, en traitant le précipité obtenu dans les conditions habituellement recommandées dans les Traités d'Analyse et avant lavage à l'eau distillée, par une solution suffisamment riche en nitrate d'ammonium (15^g à 20^g de ce sel pour 100^{cm^3}).

2° Dans les deux cas ci-dessus, on arrive à un précipité dont la teneur en ammoniaque est rigoureusement la même que si tout l'acide phosphorique était à l'état de phosphate triammonique. Le dosage de l'acide phosphorique est donc ramené à un dosage d'ammoniaque. Ce dernier pouvant s'effectuer, après dissolution du précipité de nitrophosphomolybdate dans la potasse, par une méthode azotométrique quelconque, il en résulte que le dosage de l'acide phosphorique devient une opération simple et rapide à la portée des laboratoires les moins bien outillés.

Un grand nombre de déterminations, faites en évaluant l'azote dégagé par l'augmentation de pression qu'il détermine dans un azotomètre à volume constant, m'ont donné des résultats d'une précision entièrement satisfaisante.

ANATOMIE. — *Sur une variation anatomique du métacarpien II.* Note de M. **Louis Dubreuil-Chambardel**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai rencontré, sur le squelette monté d'un homme d'une cinquantaine d'années, une anomalie fort intéressante des deux mains, qui apporte un utile renseignement sur la question encore controversée de l'ossification du métacarpien II.

Dans ces deux mains, les métacarpiens II sont formés par deux pièces distinctes articulées entre elles et réunies par des ligaments propres.

L'os dans son ensemble a la forme générale, les dimensions et le volume d'un métacarpien normal. Sa longueur totale est de 65^{mm}. Il est divisé en deux parties d'inégale valeur : l'une, distale, la plus grande, constitue les quatre cinquièmes de l'article; l'autre, proximale, plus petite, n'a qu'un cinquième de la hauteur totale.

L'os distal a 50^{mm}, il est constitué par un cylindre effilé terminé à son extrémité inférieure par une tête globuleuse ; il représente, en réalité, la diaphyse et l'épiphyse distale du métacarpien.

L'os proximal a 15^{mm}; il représente l'épiphyse supérieure. Il a une forme cubique et sa face palmaire est plus réduite que sa face dorsale.

L'articulation des deux parties du métacarpien II est une énarthrose. Elle est taillée en biseau suivant un plan dorso-palmaire, inféro-supérieur et légèrement radio-cubital. Il s'ensuit que l'interligne articulaire dorsal est sensiblement oblique. Les surfaces articulaires sont presque planes.

Les deux os sont étroitement unis l'un à l'autre par une gaine fibreuse très épaisse, au milieu de laquelle des éléments plus forts se réunissent en faisceaux formant sur la face dorsale, la face palmaire et les deux faces latérales de véritables ligaments très courts et très solides.

Il résulte de cet état de choses que les mouvements articulaires dorso-palmaires et latéraux des deux os entre eux ont une amplitude extrêmement réduite et négligeable en pratique.

Une coupe longitudinale d'un des métacarpiens II m'a permis de reconnaître l'architecture de chacun des deux os constitutifs. L'os distal présente un cylindre de tissu compact assez épais entourant un canal médullaire très réduit; l'épiphyse inférieure est constituée par du tissu spongieux; l'extrémité supérieure est également formée par ce même tissu sur une hauteur de 4^{mm}.

L'os proximal est entièrement constitué par du tissu spongieux dont les aréoles sont de petites dimensions.

La disposition anatomique, ci-dessus décrite, se trouvait identique aux deux métacarpiens II. L'absence des os du pied sur le squelette monté ne m'a pas permis de vérifier si une variation analogue existait également aux métatarsiens II.

Le caractère de bilatéralité et de symétrie complète aux deux mains de cette anomalie permet d'exclure absolument toute cause d'origine pathologique, par exemple une fracture des os ayant provoqué une pseudarthrose.

On ne saurait comparer cette variation avec une disposition d'une nature toute différente qu'on rencontre au métacarpien III et constituée par l'indépendance absolue ou limitée de l'apophyse styloïde de ce dernier os. Le professeur Leboucq, de Gand, étudiant, après Grüber, quelques faits où cette apophyse était soit complètement indépendante, soit soudée plus ou moins avec les éléments du carpe, a parfaitement mis en lumière la morphogenèse d'une variation aujourd'hui bien connue.

Le développement, en un os distinct, de l'épiphyse proximale du métacarpien II, peut s'expliquer par l'étude des points d'ossification de cet os.

Il est de notion classique de considérer que le métacarpien II se forme aux dépens de deux points : l'un primaire pour la diaphyse et l'extrémité supérieure, l'autre secondaire pour l'extrémité inférieure.

Mais il n'est pas rare, et nous avons insisté sur ce fait dans différentes Notes [1], de rencontrer sur des mains d'enfants de 4 à 12 ans, soit par l'examen des cartilages, soit, plus facilement, par la radiographie, un point d'ossification secondaire à l'extrémité proximale. Ce point, qui n'est pas constant, apparaît cependant avec une fréquence telle que sa présence ne peut pas être considérée comme accidentelle.

La variation que nous avons décrite dans cette Note peut donc s'expliquer par un défaut de fusion entre le point d'ossification secondaire de l'épiphyse proximale et le point primitif de la diaphyse.

C'est une variation de même ordre que celles où des points secondaires d'ossification ne se soudent pas avec les points primitifs et forment des os distincts, par exemple l'os acromial.

Quoi qu'il en soit, c'est là une disposition qui nous paraît extrêmement rare et instructive. Il n'en existe pas à notre connaissance d'autres exemples dans la bibliographie anatomique.

BIOLOGIE. — *Disparition du pouvoir infectant chez l'Anophèle paludéen, au cours de l'hibernation.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. A. Laveran.

Les données relatives à la durée de conservation des sporozoïtes dans les glandes salivaires des moustiques infectés de *Plasmodium* sont encore peu nombreuses et se réduisent à quelques faits concernant les *Plasmodium* des oiseaux, qui évoluent chez les *Culex*. On sait qu'un moustique infecté n'épuise pas en une seule piqûre son pouvoir infectant, mais peut, par des piqûres successives, infecter plusieurs oiseaux.

Les Sergent [2], en particulier, ont démontré que des *Culex* infectés sur un oiseau à *Plasmodium relictum* peuvent non seulement transmettre leur infection à un premier canari neuf, mais encore à un deuxième. Ils n'ont pu, d'autre part, constater l'infection d'un troisième oiseau par ces mêmes *Culex*, ce qui tend à prouver une disparition assez rapide du pouvoir infectant des moustiques.

---

(1) *Notes anatomiques*, 1914, p. 23.

(2) *Annales de l'Institut Pasteur*, avril 1907.

D'un autre côté, les mêmes auteurs ([1]) signalent chez des *Culex* infectés, en état d'hibernation, l'existence de vieux sporozoïtes d'hiver provenant d'une infection datant déjà de 1 ou 2 mois. On est ainsi amené à penser à une conservation hivernale possible des sporozoïtes dans les glandes salivaires des moustiques.

En ce qui concerne les *Plasmodium* du paludisme humain, aucun fait expérimental n'est venu étayer les hypothèses relatives à la durée de conservation des sporozoïtes dans les glandes et l'on en est réduit à raisonner par analogie, d'après les faits connus pour les *Plasmodium* des oiseaux.

Il y a intérêt, au point de vue épidémiologique, à connaître la durée de conservation de l'infection malarique chez le Moustique, afin d'éclairer en particulier le rôle joué par ce dernier dans le maintien hivernal de l'endémicité. Des observations récentes de Mitzmain, aux États-Unis ([2]), établissent manifestement l'absence d'infection des Anophèles en hiver : sur plus de 3000 Anophèles examinés en cette saison, aucun n'a été trouvé porteur de sporozoïtes. Les expériences du même auteur ([3]) confirmant celles de Grassi, Schoo, Janczo, etc., montrent que ce défaut d'infection est lié à l'arrêt de développement des zygotes et des sporocystes sous l'influence du froid. Mais on peut se demander si, lorsque l'évolution complète du parasite malarien a pu s'achever avant l'hiver, les sporozoïtes ne se conservent pas à l'état de repos dans les glandes, jusqu'aux premières chaleurs.

L'expérience, que je rapporte ci-après, fournit quelque lumière sur ce point :

Un lot de cinq *Anopheles maculipennis*, éclos de larves provenant de Meudon, ont été nourris le 30 août sur un paludéen de l'armée d'Orient, porteur de croissants de *Plasmodium præcox* (tierce maligne) ([4]). Trois de ces moustiques, examinés de 7 à 12 jours plus tard, montrent une infection sporocystique intense. Un quatrième, disséqué le 25e jour, décèle l'achèvement de l'évolution : les glandes sont bourrées de sporozoïtes, malgré deux repas de sang frais, l'un le 18e, l'autre le 20e jour.

Le cinquième moustique est conservé sur jus sucré au laboratoire (temp. : max. 24°C., minim. 4°C.). Le 21 novembre (deux mois et demi après l'infection) il

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 439.

([2]) *U. S. Publ. Health Repts*, juillet 1915 et décembre 1916.

([3]) *Ibid.*, 31 août 1917.

([4]) J'ai précédemment montré la susceptibilité des Anophèles parisiens à l'égard des deux parasites de la tierce (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 401).

pique pour la première fois un singe, sans se nourrir. Le 22 novembre il pique une souris et un cobaye; le 14 décembre il se gorge sur un cobaye (soit seulement deux repas de sang complets depuis l'infection).

Le 14 décembre (106e jour après l'infection) le pouvoir infectant de l'Anophèle est alors mis à l'épreuve par piqûre sur mon bras [1]. Le moustique pique sans se nourrir. Résultat : *aucune infection ne se produit;* les Hématozoaires n'apparaissent pas dans le sang.

Le 4 janvier (4 mois et 5 jours après le repas infectant) le moustique est sacrifié et examiné. L'une des deux glandes salivaires se montre complètement vide de sporozoïtes. Dans la seconde glande quelques sporozoïtes seulement sont encore visibles, mais pour la plupart sous des *formes d'involution*, arquées, en S, etc. Il n'y a pour ainsi dire plus de sporozoïtes normaux.

Il faut conclure de cette expérience que non seulement les glandes salivaires se déchargent de leurs sporozoïtes au bout d'un nombre de piqûres relativement peu élevé, mais encore que les sporozoïtes, s'ils n'ont pu être évacués, dégénèrent lentement dans le tissu des glandes ou le milieu salivaire. La conservation prolongée du pouvoir infectant chez l'Anophèle infecté n'apparaît pas possible. Au contraire de l'infection salivaire trypanosomienne des Glossines, qui est le plus souvent durable et se maintient jusqu'à la mort de la mouche infectée, l'infection salivaire plasmodienne des Anophèles n'est qu'une infection temporaire et fugace. On ne saurait donc envisager le milieu salivaire des moustiques comme un milieu d'hibernation pour les sporozoïtes malariens.

MÉDECINE. — *La crosse de l'aorte dans le goitre exophtalmique*. Note de M. Folley, présentée par M. Roux.

Les résultats que nous apportons dans cette Note sont étayés sur de très nombreuses observations de malades ayant au complet les principaux symptômes de la maladie de Basedow : exophtalmie, goitre, sueurs, tremblements, etc. En comparant l'individu normal au malade on constate des faits précis qui sont résumés dans les quatre paragraphes suivants A, B, C, D.

A. La percussion de la paroi antérieure du thorax d'un sujet normal révèle une zone de matité répondant au médiastin supérieur. Au niveau du premier, du deuxième et du troisième espace intercostal, cette matité déborde

---

[1] Depuis ma précédente infection expérimentale datant du 13 septembre, les Hématozoaires n'ont pas été revus dans le sang.

à peine le sternum et a une largeur d'environ 7^{cm}. Au contraire, chez le Basedowien, au niveau des trois premiers espaces intercostaux, la matité déborde très largement du sternum et atteint très souvent une largeur de 12^{cm} à 17^{cm}.

B. La délimitation au phonendoscope de la projection sternocostale du médiastin supérieur donne des résultats identiques à ceux que fournit la simple percussion. Chez l'individu normal cette projection se fait au niveau du sternum; elle est à peine plus large que ce dernier dans les trois premiers espaces intercostaux. Chez le Basedowien la projection du médiastin est très large et souvent déborde beaucoup le sternum, atteignant des dimensions transversales de 12^{cm} à 17^{cm}.

C. La radioscopie antéro-postérieure montre que, sur l'écran, la projection de la crosse de l'aorte est élargie.

Chez le sujet normal les dimensions réelles de la crosse sont dans le sens transversal au niveau des trois premiers espaces intercostaux, toujours inférieures à 8^{cm}.

Chez le Basedowien la projection, en vraie grandeur, de la crosse de l'aorte atteint et même dépasse souvent 12^{cm}; cet élargissement correspond d'ailleurs, à peu de chose près, à l'élargissement de la matité sterno-costale décrite dans les paragraphes A et B.

D. La radioscopie oblique montre que le diamètre de l'aorte a augmenté, il atteint quelquefois 8^{cm} et 9^{cm}, le plus souvent il oscille entre 4^{cm} et 6^{cm}, alors que chez l'individu normal il est de 3^{cm}.

Ces faits nous montrent que dans tous les cas de Basedow typiques examinés il y a toujours :

1° Une dilatation de l'aorte;

2° Une augmentation de la largeur de la projection radiographique de la crosse de l'aorte;

3° Un élargissement de la matité thoracique correspondant au médiastin supérieur.

A 16 heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de novembre 1917.

L'enseignement agricole libre, par Georges Lemoine. Extrait du bulletin de septembre-octobre 1917 de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Paris, Renouard, 1917; 1 fasc. in-4°. (Présenté par l'auteur.)

Genera insectorum, dirigés par P. Wytsman; 64e fascicule : *Coleoptera fam. pselaphidæ*, par A. Raffray. Bruxelles, P. Wytsman, 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

La statique des fluides. La liquéfaction des gaz et l'industrie du froid, par E.-H. Amagat et L. Décombe. Paris-Liége, Bérenger, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Problèmes d'après guerre. La réforme de l'éducation nationale, par Georges Hersent. Paris, Hachette, 1917; 1 vol. in-8°.

La vie des orchidées, par Julien Costantin. Paris, Ernest Flammarion, 1917; 1 vol. in-16. (Présenté par l'auteur.)

Notions fondamentales de Chimie organique, par Charles Moureu. Paris, Gauthier-Villars, 1917 (5e édition); 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Notes ptéridologiques; fascicule IV, par le prince Bonaparte. Paris, chez l'auteur, 1917; 1 fasc. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Histoire géologique de la mer, par Stanislas Meunier. Paris, Flammarion, 1917; 1 vol. in-12.

L'Océanographie (en langue russe), par J. de Schokalsky. Petrograd, 1917; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lallemand.)

Le devoir agricole et les blessés de guerre, par Jules Amar. Paris, Dunod et Pinat, 1917; 1 fasc. (Présenté par M. Tisserand.)

L'enseignement de la Chimie industrielle en France, par Eugène Grandmougin. Paris, Dunod et Pinat, 1917; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Blondel.)

La protection des navires de commerce contre les sous-marins, par Ch. Doyère. Paris, Challamel, 1918; 1 fasc.

Contribution à l'étude de la résistance à la marche d'un navire, par Ch. Doyère. Paris, Challamel, 1918; 1 fasc.

Études de lépidoptérologie comparée, par Charles Oberthür, fascicule XIV. Rennes, Oberthür, 1917; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)